

4. Material e métodos

4.1. Descrição do ensaio

Este trabalho consistiu na realização de um ensaio na cultura do arroz, com o objectivo de verificar a influência da aplicação de zeolitas na produção de arroz e respectivas componentes. De acordo com esse mesmo objectivo, procedeu-se a um conjunto de observações e verificações desde o início até ao fim do ciclo vegetativo da cultura.

O ensaio foi efectuado no ano agrícola de 2008, no centro operativo e tecnológico do arroz – O Cotarroz (Fig. 7). Situado em Salvaterra de Magos, no estuário do Tejo, está associado a uma área de 50 hectares. Além de campos de ensaios, dispõe de laboratórios e de uma equipa especializada, realizando trabalhos em parceria com outros organismos no âmbito da adaptação de variedades de arroz, tais como EAN, Estação Agronómica Nacional, ENMP, Estação Nacional de Melhoramento de Plantas e IBET, Instituto de Biologia Experimental e Tecnologia (Boletim informativo Cotarroz, Abril a Junho 2006).



Fig. 7. Imagem do Google Earth com a localização do ensaio.

4.2. Condições de solo e clima

Segundo Koppën, a área de instalação do ensaio encontra-se numa zona de clima temperado com Verão seco (Csb), com grandes amplitudes térmicas ao longo do ano, em particular no período Primavera/Verão. A análise climática para esta região indica que a sementeira pode realizar-se a partir de Abril – conjugando a baixa probabilidade de ocorrência de geada com a elevada probabilidade de a temperatura mínima ser superior a 10°C (80%), possibilitando a germinação (Caderno informativo dos ensaios, Cotarroz).

No Quadro 4 são apresentados os valores da temperatura e da precipitação mensal (mm), registadas no ano do ensaio, na Estação Meteorológica Paul de Magos (Fig. 8), localizada no Centro Operativo e

Tecnológico do Arroz, Cotarroz, local onde foi instalado o ensaio. Relativamente aos valores médios de 18 anos, usados na elaboração do gráfico termopluviométrico (Fig. 9), foram registados e cedidos pela ARBVS (Associação de Regantes e beneficiários do Vale do Sorraia) e pertencem à Estação Meteorológica de Salvaterra de Magos.

Quadro 4. Valores médios mensais das temperaturas máximas, médias e mínimas, e quantidade de precipitação registada nos meses em que decorreu o ensaio, no ano de 2008 e média de 18 anos.

Mês	Média das temperaturas médias (°C) 2008	Média das temperaturas máximas (°C) 2008	Média das temperaturas mínimas (°C) 2008	Precipitação (mm) 1990/2008	Precipitação (mm) 2008
Abr	15,3	22	9,1	48,99	108
Mai	16,1	21,6	11,2	48,31	62,2
Jun	20,5	27,7	13,8	17,87	0,8
Jul	21,2	28,3	15,1	2,92	0,2
Ago	20,8	27,6	15	7,54	0
Set	19,4	27,2	13,3	33,79	11,4
Out	15,9	23,6	9,4	112,16	42



Fig. 8. Estação Meteorológica da Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia, localizada no Cotarroz.

Na Fig. 9, pode constatar-se a distribuição da precipitação durante o ano do ensaio (2008), bem como a distribuição da precipitação ocorrida durante uma média de 10 anos, podendo estabelecer-se uma relação entre esta distribuição da precipitação com a variação da temperatura ao longo dos meses.

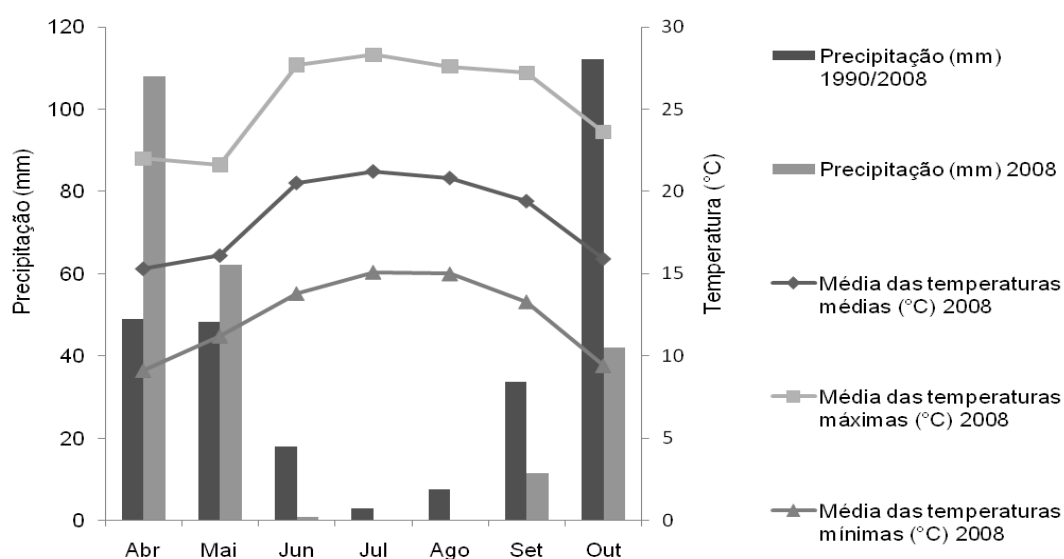


Fig. 9. Condições termopluiométricas em 2008 e média mensal da precipitação ocorrida no período de 1990 a 2008.

Não foi possível proceder à sementeira durante o mês de Abril, devido à ocorrência de precipitação (Fig. 9), muito acima da média. A temperatura mínima registada nesse mês, 9,1°C (Quadro 4), foi também inferior à aconselhada para a germinação (Fig.1, p. 15) da cultura: 10° C (Yoshida, 1981). No entanto, o atraso da sementeira para o mês de Maio leva a que a colheita se prolongue para Outubro, o que traz muitas vezes inconvenientes devido à elevada probabilidade de ocorrência de precipitação neste mês, dificultando a colheita. Ao comparar a temperatura média no ano em que se

realizou o ensaio (Fig. 10) com a do intervalo de dez anos (1998-2008), é possível constatar que a temperatura foi ligeiramente inferior em 2008, nos meses de Maio a Outubro.

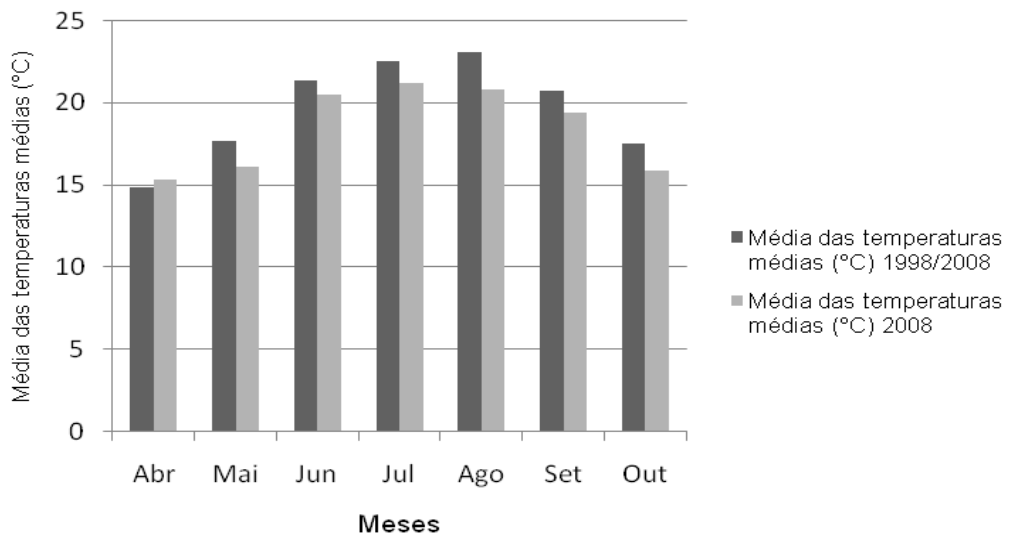


Fig. 10. Comparação entre as temperaturas médias em 2008 e as ocorridas no período de 1990 a 2008.

Relativamente à caracterização edáfica, de acordo com a carta de solos da região (31 C), segundo a classificação de solos C.N.R.O.A. (Cardoso, 1965), os solos da parcela onde decorreu a experimentação são Solos Hidromórficos, sem horizonte eluvial, de aluviões de textura pesada (Caa).

Segundo Cardoso (1965), são solos que manifestam sinais de hidromorfismo a pouca profundidade, cuja ocorrência se liga a duas situações específicas: baixas fluviais relacionadas com depósitos de origem aluvial ou coluvial e plataformas sobrelevadas de materiais areníticos e conglomerados

argiláceos. Caracterizam-se por excesso de humidade, reflectindo condições de deficiente permeabilidade do perfil, a que se juntam frequentemente más condições de drenagem externa. Os solos de textura pesada (Caa) têm maior percentagem de argila nos horizontes inferiores e o horizonte A1 é franco argiloso ou argiloso. O hidromorfismo deve-se ao encharcamento temporário ou permanente devido a movimentos ascendentes de água que provocam intensos fenómenos de redução em todo, ou parte do seu perfil.

Os “Solos Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial de aluviões ou coluviais de textura mediana (Ca)” são constituídos por:

- Horizonte A1- 20 a 30 cm; pardo-acinzentado, pardo-acinzentado-escuro ou cinzento-escuro; textura mediana (*); com estrutura granulosa média e fina moderada; aderente ou pouco aderente, plástico ou pouco plástico; friável, pouco rijo; pH 6,0 a 8,0. Transição abrupta ou nítida para,
- Horizonte Bg - 30 a 90 cm; cinzento muito escuro ou preto; franco-argiloso, por vezes argiloso; com estrutura prismática ou anisoforme angulosa média moderada; aderente, plástico, friável ou firme, rijo ou muito rijo; pH 5,5 a 6,5. Transição gradual para,
- Horizonte Cg - Material originário de origem aluvionar ou coluvionar de constituição algo variável mas em geral de cor menos escura, de textura mais ligeira e de menor grau de estrutura do que o horizonte superior.”

No Quadro 5 apresentam-se os parâmetros relativos à textura do solo onde foi instalado o ensaio. Estes dados foram obtidos a partir de uma análise efectuada pelo autor, antes da instalação do ensaio, no ano em questão.

Foram também avaliados parâmetros relativos à fertilidade do solo, através de duas análises químicas; uma antes do ensaio e outra posteriormente (Quadro 6). Foram realizadas no LQARS - Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva em Lisboa. Em relação à análise de solo é importante referir que a CTC do solo é baixa, cerca de 3 meq /100g de solo, o que segundo R. E. Grim (1953), permite concluir que o mineral dominante neste solo é caulinite. A caulinite, sem substituições isomórficas, sem acessibilidade interna de catiões, e de menor superfície específica do que qualquer dos outros minerais, é aquela que tem menor capacidade de troca, resultando esta principalmente de cargas dependentes do pH (Costa, 2004). Relativamente aos outros parâmetros avaliados, o pH do solo é subácido, de acordo com a escala de Pratolongo (usada em Portugal), uma vez que está entre 5,5 e 6,5. Em relação à quantidade de fósforo (P_2O_5) e de Potássio (K_2O), o teor é considerado alto para o primeiro, possivelmente devido à incorporação da palha da cultura anterior e baixo para o segundo. O Magnésio é considerado médio e o teor em matéria orgânica baixo.

Quadro 5. Classificação da textura do solo onde foi instalado o ensaio

Determinação da textura do solo							
	% Areia (mm)	% Lotes de Terra fina (mm)					Classe Textural
Profundidade da amostra (cm)	Areia Grossa (2-0,2)	Areia fina (0,2-0,02)	Areia (2 - 0,02)	Limo (0,02 - 0,002)	Argila <0,002	Total	
0-10	61,3	22,7	84	5,7	10,2	100	Franco-arenoso
10-20	62,7	21,1	83,8	6	10,2	100	Franco-arenoso

Quadro 6. Algumas características químicas do solo onde foi instalado o ensaio

Antes								
Profundidade (cm)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)	pH (H ₂ O)	M.O (%)	Mg (mg kg ⁻¹)	Nec. CaCO ₃ (t ha ⁻¹)	Azoto total (%)	CTC (cmol(+))kg ⁻¹
0 -20	103	38	5,8	1,15	65	0	0,048	3
Depois								
0-20	119	44	5,5	1,31	80	0	0,077	3,62

4.3. Técnicas Culturais

O itinerário cultural realizado no canteiro do ensaio consistiu no seguinte: em meados de Abril realizou-se uma gradagem, seguida de escarificação, com a finalidade de misturar os resíduos orgânicos e destruir os agregados de maior dimensão que possam ter ficado na superfície do solo e proceder ao controlo de plantas infestantes. Nos dias 8 e 9 de Maio foi feita a marcação do ensaio de acordo com o esquema apresentado (Fig.11), a adubação de fundo e a aplicação do Fertisol (Fig. 12A). No dia 14 a sementeira e o alagamento da parcela (Fig.12B).

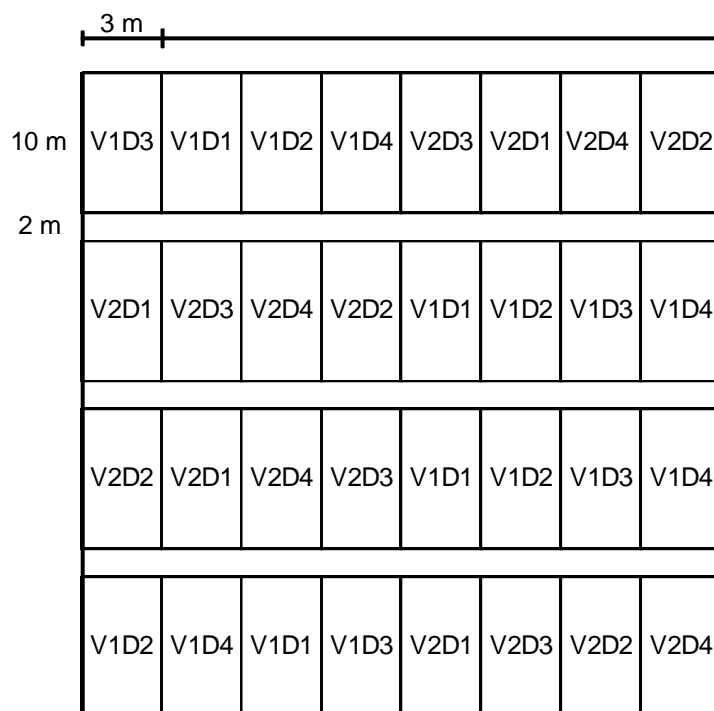


Fig. 11. Esquema ilustrativo dos talhões e respectivas variedades/doses de clinoptilolita realizados no ensaio no ano agrícola de 2008.



A



B

Fig. 12. A - Parcela do ensaio após mobilização, adubação, aplicação do Fertisol. B - Sementeira e alagamento do canteiro.

De acordo com a análise de solo (Laboratório Químico Agrícola da Universidade de Évora), para uma produção estimada de 6000 kg ha⁻¹,

recomendava-se a aplicação de 105 unidades de Azoto, 30 de Fósforo e 30 de Potássio. Contudo, pelo facto desta cultura ser realizada num sistema alagado, onde predominam as condições redutoras, dá origem a fosfatos mais solúveis, ficando este elemento mais disponível no solo. Apesar deste fenómeno, não se aconselha a redução acentuada deste nutriente, de forma a não comprometer a fertilidade do solo.

Foram aplicados 21 kg de fósforo (P), em fundo, quantidade considerada suficiente. Quanto ao Azoto, dividiu-se a aplicação em duas épocas, 60 kg de Azoto (N) em fundo e 90 kg em cobertura (Ureia), no dia 10 de Julho. Estava programada a realização de uma segunda adubação de cobertura, mas devido ao atraso com que se realizou a primeira optou-se por não a realizar.

Relativamente ao potássio (K), aplicaram-se 30 kg em fundo. Este nutriente tem grande importância na resistência à acama. É ainda importante lembrar que uma quantidade considerável deste nutriente permanece na palha, devendo este facto ser considerado, posteriormente, quando se faz a gestão dos resíduos da cultura.

Na adubação de fundo foram aplicados 300 kg ha⁻¹ do adubo D-Coder (20-7-10). Segundo a empresa que produz o adubo, esta gama de adubos era uma novidade no mercado, porque os seus nutrientes vão sendo libertados à medida das necessidades nutricionais das plantas (quando a planta tem uma necessidade nutricional emite sinais químicos para a rizosfera com o objectivo de aumentar a concentração de nutrientes assimiláveis e transportá-los para a

raiz). O complexo D-Coder, presente nestes adubos, descodifica os sinais químicos emitidos pela planta quando tem uma necessidade nutricional e permite a difusão dos nutrientes para a rizosfera.

O Fertisol (Anexo 3, p. 110) foi aplicado no solo de acordo com as doses definidas para o estudo:

D1 - 0 kg ha⁻¹, talhão testemunha, não se aplicou Fertisol;

D2 - 250 kg ha⁻¹, que corresponde a metade da dose recomendada pelo fabricante;

D3 - 500 kg ha⁻¹, a dose recomendada pelo fabricante;

D4 - 750 kg ha⁻¹, uma dose superior à recomendada.

De acordo com o catálogo de variedades comerciais do Cotarroz de 2008, as variedades Eurosis e a Ariete utilizadas no ensaio são variedades do tipo Carolino e de ciclo vegetativo semi-precoce. De acordo com os folhetos informativos das empresas (Anexos 1 e 2, pp. 108 e 109) fornecedoras da semente (Agrigenese forneceu o Eurosis e a Lusosem o Ariete), a variedade Eurosis caracteriza-se por ser moderadamente resistente à acama e resistente a doenças como a piriculariose e fusariose. Possui grande vigor germinativo e um bom nível de afilamento, é adequada a datas de sementeira mais tardias. Além disso, possui um rendimento industrial elevado.

Por outro lado, a variedade Ariete é muito apreciada pelos orizicultores e industriais pela sua qualidade e regularidade de produção. O ciclo vegetativo, desta variedade é semi-precoce, sendo resistente à fusariose e

moderadamente resistente à piriculariose. Caracteriza-se por produtividades e um rendimento industrial elevados.

A densidade de sementeira foi de 200 kg ha⁻¹ para as duas variedades em estudo.

No dia 30 de Maio esvaziou-se o canteiro de forma a promover o enraizamento das plantas emergidas (Fig. 13A e B).



Fig. 13. A - Canteiro antes de ser esvaziado. B - Jovens plantas

No dia 9 de Junho foi aplicado o herbicida Viper, que tem a substância activa penoxsulame. É selectivo para o arroz e aplicado em pós-emergência das infestantes. O Viper é um herbicida sistémico, de rápida absorção pelas folhas (cerca de uma hora), caules e via radical, bastante eficiente no controlo de *Echinochloa* spp P. Beauv, e Ciperáceas e outras Dicotiledóneas dominantes no local do ensaio. A dose aplicada foi 2l/ha, conforme a recomendação do fabricante.

No dia 1 de Julho foi aplicado o herbicida Aura, em conjunto com o molhante Dash nas doses 0,75l/ha + 0,5l/ha. O Aura, que apresenta a

substância activa profoxidime, é um herbicida de pós-emergência de acção sistémica contra a *Echinochloa* spp P. Beauv e outras infestantes da classe Monocotiledónea. É rapidamente absorvido pelas folhas e transportado para os pontos de crescimento, causando a deterioração dos tecidos. Ao ser adicionado o Dash a eficácia do herbicida é aumentada, devido à melhoria na distribuição das gotas pulverizadas e aumento da absorção do produto pelas plantas infestantes.

Foram ainda realizadas mondas manuais pelas trabalhadoras do Cotarroz nos dias: 23, 24 e 25 de Junho e novamente após a aplicação do segundo herbicida nos dias: 4, 5, 8, 9 e 11 de Julho.

Procedeu-se ao esvaziamento do canteiro com a devida antecedência, de forma a permitir a colheita da cultura (6 de Outubro). Para a realização desta foi utilizada uma ceifeira debulhadora automotriz. Em cada talhão foram colhidas manualmente (Fig. 14) três amostras (três subtalhões) que se juntaram num só molho. A área de colheita de cada amostra foi de 0,4m×0,4m.



Fig. 14. Colheita manual das amostras.

4.4. Tratamentos e delineamento experimental

Neste ensaio realizou-se o estudo de duas variedades de arroz e a aplicação de quatro níveis de Fertisol, correspondentes a oito tratamentos (2x4).

Quanto ao delineamento experimental, os oito tratamentos, resultantes da aplicação das quatro doses de fertisol nas duas variedades, foram realizados em blocos casualizados com sub-divisão dos talhões onde se aplicaram as doses de Fertisol, sendo efectuadas quatro repetições de cada tratamento conforme a Fig.11, p. 62.

A aplicação de Fertisol foi realizada a lanço, nas doses de 0, 250, 500 e 750 kg ha⁻¹, sendo posteriormente incorporado com equipamento apropriado.

No Quadro 7 são apresentadas as combinações entre variedades de arroz semeadas e as diferentes doses de fertisol.

Quadro 7. Tratamentos efectuados no ensaio com as duas variedades e quatro doses de Fertisol

Tratamentos	Variedades de Arroz	Doses de Fertisol (kg ha⁻¹)
V1D1	Ariete	0
V1D2	Ariete	250
V1D3	Ariete	500
V1D4	Ariete	750
V2D1	Eurosis	0
V2D2	Eurosis	250
V2D3	Eurosis	500
V2D4	Eurosis	750

4.5. Observações e determinações

Os parâmetros observados, de acordo com o objectivo proposto, foram a produção e respectivas componentes da produção da cultura do arroz. Observou-se e calendarizou-se as fases do desenvolvimento da cultura (Anexo 4, p. 112).

As contagens das plantas foram efectuadas em caixilhos de 0,4 x 0,4 m². O número de plantas emergidas foi contado no campo. O local da amostra foi escolhido aleatoriamente, tentando de qualquer forma que fosse representativo do talhão em estudo (Fig. 15). Os restantes componentes da produção (número de caules ou panículas potenciais e número de panículas produtivas), devido ao facto da cultura ser feita em regime de alagamento e por isso ser muito difícil circular e fazer as contagens, foram quantificados após a colheita (Fig.16). A contagem de mil grãos de cada talhão foi feita recorrendo a equipamento adequado existente no laboratório do Cotarroz.



A



B



C



D

Fig. 15. A - Antes do esvaziamento do canteiro para a contagem. B,C,D – Contagens em três sítios diferentes.

Os restantes parâmetros foram obtidos da seguinte forma:

- A produção de grão foi calculada a partir do peso do grão seco em estufa a 65° C durante 48 horas (até se obter peso constante);
- O número de grãos por metro quadrado foi obtido a partir da relação entre a produção de grão por metro quadrado e o peso seco do grão;
- O número de grãos por panícula foi obtido a partir da razão entre o peso seco do grão, obtido numa amostra de cem panículas e o peso de cada grão seco;

- O número de panículas por metro quadrado foi calculado através da relação entre o número de grãos por metro quadrado e o número de grãos por panícula;

- O índice de colheita foi calculado através da relação entre o peso do grão e o peso da biomassa (grão e palha), a partir de uma amostra de cem panículas.



A



B



C



D

Fig. 16. Amostras retiradas dos talhões de 0,4 x 0,4m² utilizadas para determinar as componentes da produção.

Foi também efectuado um estudo ao comportamento industrial do arroz por parte do Cotarroz. Entende-se por rendimento industrial a quantidade de arroz branco obtido nas operações de descasque e branqueamento, com a

intensidade de desgaste estabelecida para a variedade, ou seja, a quantidade de grãos inteiros e partidos, expressa da forma que se indica a seguir (Vasconcellos, 1997):

- a. Grãos perfeitos ou inteiros brancos: são os grãos completos ou os que se encontram partidos apenas na extremidade, até ao limite da cavidade escutelar onde se aloja o embrião, ou noutra parte do grão em tamanho equivalente.
- b. Grãos partidos ou trincas: fragmento do grão cujo comprimento é igual ou inferior a $\frac{3}{4}$ do comprimento médio do grão inteiro.
- c. Grãos gessados: o grão descascado, polido e inteiro em que pelo menos $\frac{3}{4}$ da sua superfície apresenta coloração opaca, semelhante ao gesso, acontece devido à falta de maturação ou mau desenvolvimento, em parte ou no todo;
- d. Grãos vermelhos: são os grãos inteiros em que uma quarta parte ou mais da sua superfície de cor vermelha ou púrpura, deve-se à coloração avermelhada do pericarpo dos grãos, devido ao acúmulo de tanino ou de antocianina.
- e. Grão manchado ou picado: o grão que apresentar manchas escuras ou esbranquiçadas, em tamanho igual ou inferior a metade, bem como perfuração por insectos ou outros agentes, desde que visíveis a olho nu.

O grau de humidade no momento da colheita é o que mais vai influenciar o rendimento industrial global do arroz, havendo que respeitar o intervalo óptimo de humidade do grão que pode variar com o local (mesmo entre canteiros) e com a variedade cultivada.

4.6. Tratamento estatístico

O delineamento experimental foi em blocos casualizados para o factor principal, variedades de arroz, com divisão dos talhões para o segundo factor, aplicação de doses de Fertisol (split-plot), sendo efectuadas quatro repetições de cada tratamento (2 variedades de arroz x 4 doses de Fertisol, ou seja, 8 tratamentos).

A realização do tratamento estatístico consistiu em equações de regressão e análise de variância.

Todos os dados foram incluídos na análise de variância (ANOVA) efectuada de acordo com o delineamento experimental, de forma a determinar as diferenças entre médias de cada parâmetro dependente do tratamento estudado (Petersen, 1977; Carvalho, 1988). Foi utilizado o programa MSTAT-C (Michigan State University), versão 1.42.

As diferenças entre “tratamentos” foram estudadas de acordo com o teste múltiplo de médias (“Duncan Multiple Range Test”) para um nível de

probabilidade de 5% (com um intervalo de confiança de 95%). No Quadro 6, apresentado no capítulo seguinte, as letras diferentes indicam diferentes valores médios, que foram obtidos a partir da área dos talhões. Quando a mesma letra aparece em duas médias significa que a diferença entre elas não é significativa. Porém, se não há nenhuma letra comum a ambas as médias, a diferença entre estas é estatisticamente significativa.

As equações de regressão foram calculadas com o auxílio do programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 15.0 e do Excel versão 2007.